

H Y J, IT OOUVER 10 12615

LAW OFFICES
SUGHRUE, MION, ZINN, MACPEAK & SEAS, PLLC

2100 PENNSYLVANIA AVENUE, N.W.
WASHINGTON, D.C. 20037-3202
TELEPHONE (202) 293-7060
FACSIMILE (202) 293-7860

JG551 U.S. PTO
09/197643
11/23/98

CALIFORNIA OFFICE

1010 EL CAMINO REAL
MENLO PARK, CA 94025
TELEPHONE (650) 325-5800
FACSIMILE (650) 325-6606

JAPAN OFFICE

TOEI NISHI SHIMBASHI BLDG. 4F
13-5 NISHI SHIMBASHI 1-CHOME
MINATO-KU, TOKYO 105, JAPAN
TELEPHONE (03) 3503-3760
FACSIMILE (03) 3503-3756

November 23, 1998

BOX: PATENT APPLICATION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Re: Application of Naoki KUWATA and Yoshihiro NAKAMI
**IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD, AND MEDIUM CONTAINING IMAGE
PROCESSING CONTROL PROGRAM**
Our Reference: Q52377

Dear Sir:

Attached hereto is the application identified above including the specification, claims, twenty-three (23) sheets of drawings and two (2) priority documents. The requisite U.S. Government Filing Fee, executed Declaration and Power of Attorney and Assignment will be submitted at a later date.

The Government filing fee is calculated as follows:

Total Claims	14 - 20 =	0 x \$18 =	\$ 000.00
Independent Claims	4 - 3 =	1 x \$78 =	\$ 78.00
Base Filing Fee	(\$760.00)		\$ 760.00
Multiple Dep. Claim Fee	(\$260.00)		\$ 000.00
TOTAL FILING FEE			\$ 838.00

Priority is claimed from:

Japanese Patent Application

9-323013
10-243461

Filing Date

November 25, 1997
August 28, 1998

Respectfully submitted,
SUGHRUE, MION, ZINN, MACPEAK & SEAS
Attorneys for Applicant(s)

By: Darryl Mexic
Darryl Mexic
Reg. No. 23,063

DM:rtw

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 1 9 9 7 年 1 1 月 2 5 日

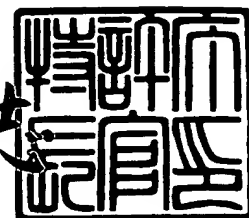
出 願 番 号
Application Number: 平成 9 年 特 許 願 第 3 2 3 0 1 3 号

出 願 人
Applicant (s): セイコーエプソン株式会社

1 9 9 8 年 1 0 月 2 3 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出 証 番 号 出 証 特 平 1 0 - 3 0 8 4 4 3 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0S59034

【提出日】 平成 9年11月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法および画像処理制御プログラムを記録した媒体

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 鍛田 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 中見 至宏

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 3348-8531内線2610-2615

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法および画像処理制御プログラムを記録した媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像するとともに均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、

上記画像データにおいて色にじみ画素を検出する色にじみ画素検出手段と、

色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行する画像処理手段とを具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 上記請求項1に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに近接する画素間において低密度の色フィルタに対する要素色強度の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 上記請求項2に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに隣接する画素間において基準の要素色強度と低密度の色フィルタに対する要素色強度との差分の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 上記請求項3に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、低密度の色フィルタが複数ある場合、互いに隣接する画素間において低密度の色フィルタに対する要素色強度間の差分の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 上記請求項2～請求項4のいずれかに記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに隣接する低密度の画素間における上記変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 上記請求項1～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として要素色成分から輝度成分を減算した色差成分を平滑化处理し、元の要素色成分に戻すことを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 上記請求項6に記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、エッジ強調処理することを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 上記請求項7に記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記平滑化处理を行う範囲内の画素に対してエッジ強調処理することを特徴とする画像処理装置。

【請求項9】 上記請求項6～請求項8のいずれかに記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記検出された色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として平滑化处理を行うにあたり、処理対象となる画像のサイズが大きい場合に同平滑化处理する範囲を大きくし、同画像のサイズが小さい場合に同平滑化处理する範囲を小さくすることを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】 複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像されるとともに均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理する画像処理方法であって、

上記画像データにおいて色にじみ画素を検出し、

色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項11】 複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像されるとともに均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理する画像処理装置のための画像処理制御プログラムを記録した媒体であって、

上記画像データにおいて色にじみ画素を検出し、

色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象と

して画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行することを特徴とする画像処理制御プログラムを記録した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

単板式の固体撮像素子を利用して撮像された画像データに対して画像処理する画像処理装置、画像処理方法および画像処理制御プログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

固体撮像素子を利用したデジタルスチルカメラ等においては、単板方式が採用されることが多い。この単板方式では、図17(a)に示すように、固体撮像素子の各画素に対応してR、G、B（赤、緑、青）の各色の色フィルタが所定の割合でモザイク状に配設されており、特にGの色フィルタは千鳥状に配設されて成分比が高くなっている。従って、固体撮像素子の各画素においては、R、G、Bのいずれか一色の色信号しか得られず、各色の色信号を得ることができない。そこで、各画素において直接的に得ることができない色信号を隣接する画素の色信号から補間演算してR、G、B全色の色信号を得て階調データに変換して出力し、この階調データに基づいてディスプレイに表示するなどしている。

【0003】

例えば、図17(a)において、矢印(→)で示す中段の色フィルタに着目する。そして、同図(b)に示すように中央から左半分は光が当たっており（白色部分）、同中央から右半分には光が当たっていない（黒色部分）ものとする。ここにおいて、光があたっている状態の各色の色信号レベルを「1」とし、光が当たっていない状態の同色信号レベルを「0」とすると、RおよびGの色信号レベルは、本来、同図(c)に示す値になるはずである。

【0004】

しかし、上述したように、Rの色フィルタからはGの色信号は直接的には得られないし、Gの色フィルタからはRの色信号は直接的に得られないため、Rの色

フィルタに対応する画素については、隣接する画素におけるGの色信号を線形補間してGの色信号を得る。他方、Gの色フィルタに対応する画素については、隣接する画素におけるRの色信号を線形補間してRの色信号を得る。すると、各画素におけるGおよびRの色信号レベルは、それぞれ図17(d)および(e)に示す値となる。図からも明らかなように、光が当たる領域と光が当たらない領域との境界付近の画素に偽の色信号が発生し、この偽の色信号により画像上に色にじみが発生する。特に、この色にじみはグレイ・ホワイト間の境界に顕著に現れることが知られている。そこで、このような色にじみを低減するため、画像データを構成する全画素の色差データに対して平滑化フィルタ（ローパスフィルタ）を作用させて色にじみを目立たなくするなどしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の技術においては、次のような課題があった。

【0006】

平滑化フィルタを作用させるということは、一つの画素の色成分を周辺画素に分散することに相当し、同画素を中心とした 5×5 画素等のマトリクス演算を行うことになる。例えば 5×5 画素のマトリクス演算を行う場合、一の画素につき $5 \times 5 = 25$ 回の演算を行うことになる。従って、全画素を対象とした場合、 $25 \times$ 画素数という膨大な演算量となってしまって処理時間が多大となることがあった。

【0007】

本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、単板式の固体撮像素子にて撮像された画像データにおける色にじみを低減するにあたり、処理時間を短縮することが可能な画像処理装置、画像処理方法および画像処理制御プログラムを記録した媒体の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像するととも

に均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理を行う画像処理装置であって、同画像データにおいて色にじみ画素を検出する色にじみ画素検出手段と、色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行する画像処理手段とを備えた構成としてある。

【0009】

上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、画像処理の対象となる画像データは、単板の固体撮像素子にて撮像されたドットマトリクス状の画素からなることを前提としている。単板の固体撮像素子は複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置されているため、均一密度となるように演算にて補充されるが、上述したようにこの演算の際に偽の色成分が生成されて色にじみが発生する。色にじみ画素検出手段は、このような色にじみが発生している色にじみ画素を検出し、画像処理手段は、同検出された色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として色にじみを低減するように画像処理する。

【0010】

ある画素について色にじみの有無を検出する際、当該画素についての要素色成分から画一的に色にじみの有無を検出することはできないため、周辺画素と比較して色にじみの有無を検出することになる。また、色にじみの発生は上記のような偽の要素色成分に起因するが、かかる偽の要素色成分は、固体撮像素子において各要素色の色フィルタが非均一密度で配置されていることから低密度の色フィルタに対する要素色成分について発生しやすいとすることができる。そこで、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに近接する画素間において低密度の色フィルタに対する要素色強度の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出する構成としてある。

【0011】

上記のように構成した請求項2にかかる発明においては、上記色にじみ画素検出手段は、検出対象の画素と当該画素に近接する画素との間で低密度の色フィルタに対する要素色強度に着目し、この要素色強度の変化度合いに基づいて色にじ

み画素を検出する。

【0012】

ここにおいて、色にじみ画素を検出する具体的な手法の一例として、請求項3にかかる発明は、上記請求項2に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに隣接する画素間において基準の要素色強度と低密度の色フィルタに対する要素色強度との差分の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出する構成としてある。

【0013】

上記のように構成した請求項3にかかる発明においては、上記色にじみ画素検出手段は、互いに隣接する画素において基準の要素色強度と低密度の色フィルタに対する要素色強度との差分に着目し、当該差分の変化度合いから上記色にじみ画素を検出する。

【0014】

例えば、図17(a)の中段ラインのように、RおよびGの色フィルタが交互に配置されていることが予め分かっている場合、低密度の色フィルタはRであるから、基準の要素色成分としてGを採用し、両者の差分 $\Delta RG = |R - G|$ の変化度合いを隣接する画素間で調べる。すると、この ΔRG の値は図17(f)に示すようになり、隣接する画素間で ΔRG の変化度合いに着目すると、光が当たる領域と光が当たらない領域との境界付近の画素において「0.5」となり、このような画素を色にじみ画素として検出する。

【0015】

要素色強度の差分の変化度合いに基づいて色にじみ画素を検出する手法としては、上述したものにとらわれる必要はなく、その一例として、請求項4にかかる発明は、請求項3に記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、低密度の色フィルタが複数ある場合、互いに隣接する画素間において低密度の色フィルタに対する要素色強度間の差分の変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出する構成としてある。

【0016】

上記のように構成した請求項4にかかる発明においては、低密度の色フィルタ

が複数存在し、上記色にじみ画素検出手段は、低密度の色フィルタに対する要素色強度どうしの差分を求め、隣接する画素間における同差分の変化度合いに基づいて色にじみ画素を検出する。

【0017】

すなわち、上述したように偽の要素色成分は低密度の色フィルタに対する要素色について顕著に現れるため、かかる低密度の色フィルタに対する要素色強度の差分に着目する。例えば、図17(a)に示すように、全体に対してGの色フィルタの密度が高く、RおよびBの色フィルタの密度が低い場合、偽の要素色成分はR、Bで顕著に現れることになる。ここにおいて、同様に中段ラインに着目するものとし、この中段ラインの各画素におけるBの色信号レベルを上段ライン側に隣接するBの色フィルタから線形補間するものとする。すると、中段ラインの各画素におけるBの色信号レベルは同図(d)に示すものと同様になり、RとBの色信号レベルの差分 $\Delta RB = |R - B| = \Delta RG$ となる。従って、隣接する画素間における ΔRB の値も同図(f)に示すようになるため、光が当たる領域と光が当たらない領域の境界付近の画素において同 ΔRB の変化度合いは「0.5」となり、このような画素を色にじみ画素として検出する。

【0018】

基準の要素色強度と低密度の要素色強度との差分の変化度合いに着目するか、あるいは低密度の要素色強度間の差分の変化度合いに着目するかにかかわらず、いずれの隣接画素間でもかかる変化度合いを調べるかについては様々な態様が考えられる。例えば、水平方向、垂直方向および斜め方向の八方向に隣接する画素間で同変化度合いを調べるようにしてもよいし、適宜、比較方向を削減すれば演算量を低減することができる。上述した理由から低密度の色フィルタに対する画素においては、偽の要素色成分が発生している可能性が高いと言えるため、上記変化度合いを調べる場合、低密度の色フィルタに対する画素間で調べる方が好適である。そこで、請求項5にかかる発明は、請求項2～請求項4のいずれかに記載の画像処理装置において、上記色にじみ画素検出手段は、互いに隣接する低密度の画素間における上記変化度合いに基づいて上記色にじみ画素を検出する構成としてある。

【0019】

上記のように構成した請求項5にかかる発明においては、上記色にじみ画素検出手段は、隣接する低密度の色フィルタに対応する画素間で同変化度合いを調べて色にじみ画素を検出する。

【0020】

一方、色にじみを低減する画像処理としては、検出された色にじみ画素を基準として所定サイズの平滑化フィルタを作用させるなどすれば実現可能であり、このような平滑化処理を行う際の好適な一例として、請求項6にかかる発明は、請求項1～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として要素色成分から輝度成分を減算した色差成分を平滑化処理し、元の要素色成分に戻す構成としてある。

【0021】

上記のように構成した請求項6にかかる発明においては、上記画像処理手段は、検出された色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として平滑化処理を行うが、色にじみには色差成分の平滑処理が有効であるため、各画素について要素色成分から輝度成分を減算した色差成分を平滑化処理し、その後、元の要素色成分に戻す。

【0022】

また、平滑化処理によって画像のシャープさが失われることもあるので、請求項7にかかる発明は、請求項6に記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、エッジ強調処理する構成としてある。

【0023】

上記のように構成した請求項7にかかる発明においては、上記画像処理手段は、画像データに対してエッジ強調処理を行い、平滑化処理で失われたシャープさを補う。

【0024】

このように、エッジ強調処理を行うとしても、上記平滑化処理を行わない領域までエッジ強調すると、同平滑化処理される領域の外側が不自然にエッジ強調さ

れてしまうことも観念されるため、請求項8にかかる発明は、請求項7に記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記平滑化処理を行う範囲内の画素に対してエッジ強調処理する構成としてある。

【0025】

上記のように構成した請求項8にかかる発明においては、上記画像処理手段は、シャープさが失われがちな上記平滑化処理を行う範囲内の画素に対してエッジ強調処理が行われる。

【0026】

ところで、平滑化処理を行うにあたり、すべての画像データにおいて、一律に同一範囲の平滑化処理を行うことは得策ではない。例えば、画像サイズの大きな画像データと画像サイズの小さな画像データの両者に対して同一範囲の平滑化処理を施したものとする。この場合、前者における平滑化処理の範囲が画像に対して占める割合と、後者における割合とは異なるため、前者において良好な結果が得られたとしても後者においては全体がぼやけすぎてしまうこともあり得る。そこで、請求項9にかかる発明は、請求項6～請求項8のいずれかに記載の画像処理装置において、上記画像処理手段は、上記検出された色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として平滑化処理を行うにあたり、処理対象となる画像のサイズが大きい場合に同平滑化処理する範囲を大きくし、同画像のサイズが小さい場合に同平滑化処理する範囲を小さくする構成としてある。

【0027】

上記のように構成した請求項9にかかる発明においては、上記画像処理手段は、予め画像処理の対象となる画像データのサイズを検知し、当該画像データのサイズが大きければ平滑化処理する範囲を大きくするし、同画像データのサイズが小さければ平滑化処理する範囲を小さくする。具体的にはサイズの異なる複数の平滑化フィルタを保持しておき、画像サイズに応じて平滑化フィルタを使い分けられるようにするなどすれば実現可能である。

【0028】

色にじみ画素を検出して当該色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素について色にじみを低減する手法は、必ずしも実体のある装置に限られる必要もなく、

その一例として、請求項10にかかる発明は、複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像されるとともに均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理する画像処理方法であって、同画像データにおいて色にじみ画素を検出し、色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行する構成としてある。

【0029】

すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。

【0030】

ところで、上述したように色にじみ画素を検出して当該色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素について色にじみを低減する画像処理装置は単独で存在する場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で利用されることもなるなど、発明の思想としては各種の態様を含むものである。また、ハードウェアで実現されたり、ソフトウェアで実現されるなど、適宜、変更可能である。

【0031】

発明の思想の具現化例として画像処理装置を制御するソフトウェアとなる場合には、かかるソフトウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。

【0032】

その一例として、請求項11にかかる発明は、複数要素色の色フィルタが非均一密度でモザイク状に配置された単板の固体撮像素子にて撮像されるとともに均一密度となるように演算にて補充して生成されたドットマトリクス状の画素からなる画像データに対して画像処理する画像処理装置のための画像処理制御プログラムを記録した媒体であって、同画像データにおいて色にじみ画素を検出し、色にじみを低減するために色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として画像処理するにあたり、上記検出された色にじみ画素を基準として同画像処理を実行する構成としてある。

【0033】

むろん、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考えることができる。また、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。その他、供給方法として通信回線を利用して行う場合でも本発明が利用されていることには変わりはないし、半導体チップに書き込まれたようなものであっても同様である。

【0034】

さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとしてあってもよい。

【0035】

【発明の効果】

以上説明したように本発明は、単板式の固体撮像素子にて撮像された画像データにおいて、色にじみ画素を検出して当該色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素を対象として色にじみを低減するようにしたため、演算量を削減して処理時間を短縮することが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0036】

また、請求項2にかかる発明によれば、低密度の色フィルタに対する要素色強度に着目すればよいため、容易に色にじみ画素を検出することができる。

【0037】

さらに、請求項3にかかる発明によれば、基準の要素色強度と低密度の色フィルタに対する要素色強度との差分の変化度合いを調べればよいため、色にじみ画素の検出演算を容易に行うことができる。

【0038】

さらに、請求項4にかかる発明によれば、低密度の色フィルタが複数ある場合、一律に低密度の色フィルタに対する要素色強度間の差分の変化度合いに着目すればよいため、色にじみ画素の検出演算を容易に行うことができる。

【0039】

さらに、請求項5にかかる発明によれば、低密度の色フィルタに対する画素間で上記差分の変化度合いを調べるようにしたため、より信頼性の高い検出を行うことができる。

【0040】

さらに、請求項6にかかる発明によれば、平滑化処理により色にじみを低減するにあたり、色差成分を平滑化処理して元の要素色成分に戻せばよいため、演算を容易に行うことができる。

【0041】

さらに、請求項7にかかる発明によれば、エッジ強調処理を行うようにしたため、平滑化処理による画像のシャープさの低下を補うことができる。

【0042】

さらに、請求項8にかかる発明によれば、平滑化処理を行う範囲内の画素に対してエッジ強調処理を行うようにしたため、平滑化処理の範囲外の画素について不自然にシャープさが高まることはない。

【0043】

さらに、請求項9にかかる発明によれば、処理対象となる画像のサイズに応じて平滑化処理する範囲を変化させるようにしたため、最適な範囲の平滑化処理を行うことができる。

【0044】

さらに、請求項10にかかる発明によれば、同様にして演算量を削減して処理時間を短縮することが可能な画像処理方法を提供することができ、請求項11にかかる発明によれば、画像処理制御プログラムを記録した媒体を提供することができる。

【0045】

【発明の実施の形態】

以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。

【0046】

図1は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置を適用した画像処理システ

ムをブロック図により示しており、図2は具体的ハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。

【0047】

図1において、画像入力装置10は単板式のCCDを利用して撮像した実画像などをドットマトリクス状の画素で表した画像データとして画像処理装置20へ出力する。上述した原理から単板式のCCDにて撮像された画像データには色にじみが発生し、画像処理装置20は入力画像データにおいて色にじみ画素を検出して当該色にじみ画素を基準とした所定範囲で色にじみを低減するように画像処理して画像出力装置30へ出力し、画像出力装置30は画像処理された画像データをドットマトリクス状の画素で出力する。

【0048】

画像処理装置20は、色にじみ画素を検出することから色にじみ画素検出手段を備えているし、当該検出された色にじみを基準として色にじみを低減するように画像処理を行うことから画像処理手段をも備えていると言える。

【0049】

画像入力装置10の具体例は図2における単板式のCCDを備えたフィルムスキャナ11やデジタルスチルカメラ12あるいはビデオカメラ14などが該当する。例えば、図3は同デジタルスチルカメラ12の簡単なハードウェア構成例を概略ブロック図により示している。同図において、入射光は光学系12aを介してCCD12bに受光される。このCCD12bはR、G、B各色の色フィルタが各画素に対応して所定の割合で配置されており、駆動回路12cにて各画素における色信号が出力される。出力された色信号はデジタル変換されて補間演算回路12dに入力され、当該補間演算回路12dにて各画素において直接得ることができない要素色成分についての色信号を周辺の画素からの線形補間演算により取得し、RGBの階調データとして画像メモリ12eに保存する。

【0050】

一方、画像処理装置20の具体例はコンピュータ21とハードディスク22とキーボード23とCD-ROMドライブ24とフロッピーディスクドライブ25とモデム26などからなるコンピュータシステムが該当し、画像出力装置30の

具体例はプリンタ 3 1 やディスプレイ 3 2 等が該当する。なお、モデム 2 6 については公衆通信回線に接続され、外部のネットワークに同公衆通信回線を介して接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入可能となっている。

【0051】

本実施形態においては、画像入力装置 1 0 としてのフィルムスキャナ 1 1 やデジタルスチルカメラ 1 2 が画像データとして RGB の階調データを出力するとともに、画像出力装置 3 0 としてのプリンタ 3 1 は階調データとして CMY（シアン、マゼンダ、イエロー）あるいはこれに黒を加えた CMYK の二値データを入力として必要とするし、ディスプレイ 3 2 は RGB の階調データを入力として必要とする。

【0052】

一方、コンピュータ 2 1 内ではオペレーティングシステム 2 1 a が稼働しており、プリンタ 3 1 やディスプレイ 3 2 に対応したプリンタドライバ 2 1 b やディスプレイドライバ 2 1 c が組み込まれている。また、画像処理アプリケーション 2 1 d はオペレーティングシステム 2 1 a にて処理の実行を制御され、必要に応じてプリンタドライバ 2 1 b やディスプレイドライバ 2 1 c と連携して所定の画像処理を実行する。従って、画像処理装置 2 0 としてのこのコンピュータ 2 1 の具体的役割は、RGB の階調データを入力し、色にじみ画素を検出して色にじみを低減するように画像処理を施した RGB の階調データを作成し、ディスプレイドライバ 2 1 c を介してディスプレイ 3 2 に表示させるとともに、プリンタドライバ 2 1 b を介して CMY（あるいは CMYK）の二値データに変換してプリンタ 3 1 に印刷させることになる。

【0053】

このように、本実施形態においては、画像の入出力装置の間にコンピュータシステムを組み込んで画像処理を行うようにしているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とするわけではなく、単板式の CCD にて撮像されるとともに上述したように補間演算されて色にじみが発生した画像データに対して色にじみを低減するように画像処理を行うシステムに適用可能である。例えば、図 4 に示すように単板式の CCD を備えたデジタルスチルカメラ 1 3 a 内に同様に画像

処理する画像処理装置を組み込み、色にじみを低減した画像データを用いてディスプレイ32aに表示させたりプリンタ31aに印字させるようなシステムであっても良い。また、図5に示すように、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するプリンタ31bにおいては、単板式のCCDを有するフィルムスキャナ11bやデジタルスチルカメラ13b等を介して入力される画像データに対して色にじみを低減して画像処理するように構成することも可能である。

【0054】

上述した色にじみ画素の検出と色にじみを低減する画像処理は、具体的には上記コンピュータ21内にて図6などに示すフローチャートに対応した画像処理プログラムで行っている。

【0055】

本実施形態において採用する色にじみの低減方法は、後述するように平滑化フィルタを作用させて行う点については従来と同様であるが、同平滑化フィルタを作用させる領域は色にじみ画素の周辺に限られることで従来とは異なる。ここで、処理対象となる画像データについて、図7(a)および(b)に示すように二種類の画像サイズのビットマップを考え、両者に対して図中斜線部分で示す同一サイズの平滑化フィルタを作用させるものとする。画像サイズが異なるとは、画像データの各画素とCCDの各画素が一对一で対応していれば、使用するCCDの画素数に応じて画像サイズも当然に異なるが、同一画素数のCCDを使用した場合であっても適宜伸縮して画像サイズが変更される場合もあり、かかる場合も含むものとする。

【0056】

図からも明らかなように、同一サイズの平滑化フィルタを適用している限りにおいては、画像サイズが異なれば平滑化処理される領域が画像全体に対して占める割合も異なる。従って、あらゆる画像サイズの画像データに対して一律に同一サイズの平滑化フィルタを作用させてしまうと、図7(a)に示すように適当な大きさの領域が平滑化処理されることもあれば、同図(b)に示すように平滑化処理される領域が画像全体に対して占める割合が大きくなってしまふことがある

。平滑化処理するということは、画像をぼやけさせることに他ならないから、同図（b）に示すものにおいては画像の大部分がぼやけてしまうことになりかねない。

【0057】

そこで、本実施形態においては、図8に示すようにな 3×3 、 5×5 、 7×7 画素といった複数の異なるサイズの平滑化フィルタを保持しており、画像サイズに応じてこれらの平滑化フィルタを適宜使い分けるようにしている。ここで、ビットマップ画像の画像サイズを判定するにあたっては、画像の（height） \times （width）を算出して画素数を求め、この算出された画素数を指標としてもよいが、本実施形態においては、次式で表されるAに従って処理対象画像の画像サイズを判定する。

【0058】

$$A = \min(\text{height}, \text{width}) \quad \cdots (1)$$

ここにおいて、 $\min(\text{height}, \text{width})$ はheightとwidthのいずれか小さい方を意味する。そして、ステップS110では、

$A < 300$ ならば、

3×3 画素の平滑化フィルタ

$300 \leq A \leq 600$ ならば、

5×5 画素の平滑化フィルタ

$A > 600$ ならば、

7×7 画素の平滑化フィルタ

というように分岐し、それぞれステップS122～ステップS126にて用いる平滑化フィルタの種類をワークエリアに保存する。ワークエリアはコンピュータ21内のRAMであってもよいしハードディスク22であってもよい。

【0059】

ここで $\min(\text{height}, \text{width})$ を基準としているのは次のような理由による。平滑化フィルタのサイズが適当か否かを判断するにあたっては、本来的には全画素数に対して平滑化処理される画素数の割合で判断すればよい。しかしながら、例えば、同一画素数の画像データであっても図9（a）に示すビッ

トマップ画像のように幅広の画像もあれば、同図（b）に示すビットマップ画像のように高さ方向に比べて幅方向の長さが若干長い標準的な画像もある。仮に、処理対象画像の全画素数に応じて使用する平滑化フィルタを決定するものとする、両者で同一の平滑化フィルタが選択されることになる。すると、後者においては同平滑化フィルタのサイズが適当であっても、前者においては高さ方向がほぼ全長にわたって平滑化されることがあり、このような場合、視覚的にはぼやけた印象を受ける。従って、heightとwidthのいずれか小さい方を基準とすれば、このような弊害を回避することができる。

【0060】

図6のフローチャートを参照すると、図10に示すようにドットマトリクス状の画素からなる画像データについて処理対象画素を水平方向に主走査しつつ垂直方向に副走査して移動させ、各画素について色にじみ画素であるか否かを判断している。

【0061】

画像データがドットマトリクス状の画素から構成されている場合には、各画素ごとにRGBの階調データ（「0」～「255」）で表されている。ステップS122～ステップS126にて使用する平滑化フィルタの種類をワークエリアに保存したら、次なるステップS130においては、対象画素とその周辺画素におけるRおよびBの階調データの差分 ΔRB を算出する。この ΔRB は、

$$\Delta RB = |R - B| \quad \dots (2)$$

と表される。

【0062】

本実施形態におけるCCDは図17（a）に示すように、各画素に対応してR、G、Bの各色の色フィルタがモザイク状に配置されるとともに、Gの色フィルタのみが千鳥状に配置されて密度が高くなっており、RおよびBの色フィルタが低密度となっている。そして、各画素において直接的に得ることができない色信号を隣接する画素の色信号から線形補間演算してR、G、B全色の色信号を得て階調データに変換している。従って、確率からすれば補間演算の結果、ある画素において低密度のR、Bの階調データについて、本来の強度が得られなかったり

、本来必要のない色成分が発生するなど偽の要素色成分により色にじみが発生するということができる。

【0063】

また、色にじみは特に白・黒間の境界付近にて顕著に現れることが知られている。例えば、Rの色フィルタに対応する画素において白色を表現する場合、本来のRGBの階調データは $(R, G, B) = (255, 255, 255)$ となるところ、補間演算の結果 $(R, G, B) = (255, 255, 127)$ となったりする。ここにおいて、Gの色フィルタは高密度であるからG成分については補間演算により偽の要素色成分が発生する確率が小さく、他方、Rの成分は色フィルタから直接的に得ることができるため偽の色成分が発生することはない。本来的にはある画素において白を表現するならば ΔRB は「0」となるし、黒を表現する場合も ΔRB は「0」となるはずではあるが、色にじみ画素においてはこれに比べて ΔRB の値が大きくなる傾向を示す。

【0064】

むろん、画像データによってはもともとRおよびGの成分が高く、Bの成分が低い画素も当然に存在し得る。しかし、このような場合には各要素色成分は隣接画素においても保持され、当該画素から遠ざかるにつれて ΔRB の値はなだらかに変化する場合が多い。これに対して、色にじみは原理的に画素単位で発生しつつ、かつ、互いに隣接する画素のいずれか一方が白または黒の画素であるから、隣接画素間で ΔRB の変化度合いが大きい画素を色にじみ画素としてもあながち間違っていないといえる。そこで、本実施形態においては、後述するようにして処理対象画素と周辺画素との間で ΔRB の値の変化度合いを調べ、同変化度合いが大きい画素を色にじみ画素として検出する。むろん、Gの色フィルタは高密度であるから補間演算により偽の要素色成分が発生する可能性は低いと言えるため、この要素色成分を基準として(2)式を、

$$\Delta GR = |G - R| \quad \dots (3)$$

$$\Delta GB = |G - B| \quad \dots (4)$$

という式に代替することも可能である。

【0065】

また、このような ΔRB の変化度合いを調べるにあたっては、低密度の色フィルタに対応する画素間で比較する方が好適である。すなわち、高密度の色フィルタに対応する画素と比べて低密度の色フィルタに対応する画素の方が偽の要素色成分が発生しやすいため、低密度の色フィルタに対応する画素間で ΔRB の変化度合いを比較する方がより信頼性の高い検出を行うことができる。

【0066】

実際の色にじみ画素の検出はステップS140にて行われ、このステップS140では上記のようにして算出した ΔRB の周辺画素間での変化度合いから色にじみ画素か否かの判定を行う。このとき、図11に示すように、処理対象画素を中心とするとともに、水平方向を x 、垂直方向を y としたマトリクスを考え、

$$E = 4 \Delta RB(x, y) - 2 \Delta RB(x-1, y-1) - 2 \Delta RB(x-1, y+1) \dots (5)$$

で表される E の値と所定のしきい値 Th との大小関係を比較する。そして、 $E \geq Th$ の場合に色にじみ画素であると判断する。従って、上述したステップS130においては、判定対象の画素における $\Delta RB(x, y)$ を求めておくとともに、周辺画素の ΔRB の値として $\Delta RB(x-1, y-1)$ および $\Delta RB(x-1, y+1)$ を求めておくことになる。

【0067】

$E \geq Th$ の判定基準に従って色にじみ画素を検出する意味は次のようになる。処理対象画素において色にじみが発生していると、当該画素とその周辺画素間の ΔRB 値の変化度合いが大きくなるため(5)式を参照すると E の値も大きくなり、所定のしきい値 Th を越えた場合に色にじみ画素と判断する。また、(5)式および図11を参照すると、判定対象の画素と斜め方向の画素とで ΔRB の変化度合いを調べていることが容易に分かる。ここで、図17(a)を参照すれば、判定対象の画素がRに該当すれば斜め方向の画素はBに該当し、判定対象の画素がBに該当すれば斜め方向の画素はRに該当するし、判定対象の画素がGに該当すれば斜め方向の画素はGに該当する。すなわち、判定対象の画素が低密度の要素色に対応する場合は、隣接する低密度の要素色に対応する画素との間で ΔR

B値の変化度合いを調べ、判定対象の画素が高密度の要素色に対応する場合は、隣接する高密度の要素色に対応する画素との間で ΔRB の変化度合いを調べていることになる。

【0068】

従って、ステップS130、S140にて互いに隣接する画素間において低密度の色フィルタに対する要素色強度間の差分の変化度合いに基づいて色にじみ画素を検出しており、これらを実行するハードウェア構成とソフトウェアとによって色にじみ画素検出手段を構成することになる。そして、ステップS140にて色にじみ画素と判定されたら、当該色にじみ画素に対してステップS122～ステップS126にて決定した平滑化フィルタを作用させて同色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素に対して平滑化処理を行う。

【0069】

ところで、RGBの階調データに基づいて平滑化処理を行うにあたり、色差成分の平滑化処理が有効であるため、本実施形態においては、RおよびBの階調データから輝度成分Yを減算して色差成分C1、C2を求め、この色差成分C1、C2に対して平滑化処理を行ってそれぞれC1'、C2'を得て、その後、元の階調データに戻すようにしている。この色差成分C1、C2は、それぞれ、

$$C1 = R - Y \quad \dots (6)$$

$$C2 = B - Y \quad \dots (7)$$

と表すことができる。

【0070】

しかしながら、RGBの階調データは直接には輝度の値を持っておらず、輝度を求めるためにLuv表色空間に色変換することも可能であるが、演算量などの問題から得策ではない。このため、テレビジョンなどの場合に利用されているRGBから輝度を直に求める次式の変換式を利用する。

【0071】

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad \dots (8)$$

ここで、平滑化フィルタを用いた平滑化処理について説明する。図8に示す各平滑化フィルタにおいて、中央の数値をマトリクス状の画像データにおける処理

対象画素の色差成分 C_1 、 C_2 の重み付けとし、その周辺画素に対して同平滑化フィルタの升目における数値に対応した重み付けをして積算するのに利用される。この場合、すべての升目に「1」が立てられているため、平滑後の色差成分 C_1' は各升目の色差成分 C_1 を合計して全升目数で除算して求め、平滑後の色差成分 C_2' も同様にして求められる。むろん、各升目に適宜重み付けを持たせるようにしてもかまわないが、この場合、升目数だけ乗算演算と加算演算が必要になることから演算量が増すことになる。

【0072】

上記のようにして演算される平滑化処理の意味するところは次のようになる。平滑処理後の色差成分 C_1' 、 C_2' は色にじみ画素に対して周辺画素の色差成分 C_1 、 C_2 を平均化して加算したものであるから、滑らかな画像データとしてことになる。このようにして滑らかにしたものはいわゆるローパスフィルタをかけたものと同様の意味あいを持ち、画像を滑らかにして色にじみを目立たなくすることに他ならず、平滑処理部分がぼやけた印象となる。そこで、本実施形態においては、次なるステップ S160 にてエッジ強調処理を行う。

【0073】

このエッジ強調処理は、強調前の各画素の輝度 Y に対して強調後の輝度 Y' が

$$Y' = Y + (Y - Y_{\text{unsharp}}) \quad \dots (9)$$

として演算される。ここで、 Y_{unsharp} は色にじみ画素の画像データに対してアンシャープマスク処理を施したものであり、次にアンシャープマスク処理について説明する。本実施形態においては、図12に示すように 3×3 、 5×5 、 7×7 画素からなる三種類のアンシャープマスクを備えており、それぞれ同サイズの平滑化フィルタに対応している。例えば、 3×3 画素の平滑化フィルタを使用したら、 3×3 画素のアンシャープマスクを使用することになる。これらのアンシャープマスクも上述した平滑化フィルタと同様に、中央の数値を各画素における $Y(x, y)$ の重み付けとし、その周辺画素に対して同マスクの升目における数値に対応した重み付けをして積算するのに利用される。例えば、 3×3 画素のアンシャープマスクを使用する場合、

【0074】

【数1】

$$Y_{unsharp} = (1/136) \sum_{ij} (M_{ij} \times Y(x+i, y+j)) \dots (10)$$

【0075】

なる演算式に基づいて積算する。(10)式において、「136」とは重み付け係数の合計値であり、サイズの異なる平滑化フィルタにおいては、それぞれ升目の合計値となる。すなわち、5×5画素であれば「400」となるし、7×7画素であれば「900」となる。また、 M_{ij} はアンシャープマスクの升目に記載されている重み付け係数であり、 $Y(x, y)$ は各画素における輝度成分である。さらに、 ij についてはアンシャープマスクに対して横列と縦列の座標値で示している。

【0076】

$Y_{unsharp}(x, y)$ は色にじみ画素に対して周辺画素の重み付けを低くして加算したものであるから、この場合も同様にローパスフィルタをかけたものと同じ意味あいを持つ。従って、「 $Y(x, y) - Y_{unsharp}(x, y)$ 」とは本来の全成分から低周波成分を引いたことになってハイパスフィルタをかけたものと同様の意味あいを持つ。そして、ハイパスフィルタを通過したこの高周波成分を「 $Y(x, y)$ 」に加えれば高周波成分を増したことになり、エッジが強調される結果となって画像のシャープさが向上する。

【0077】

なお、これらのアンシャープマスクは図12からも明らかなように、中央部に最も重み付けが大きく、周縁に向かうにつれて徐々に重み付け係数が小さくなっている。従って、周縁側の重み付け係数が升目の合計値に与える影響はわずかであるといえる。一方、(10)式等で示されるマトリクス演算は、処理対象画

素の周囲の画素に対して、採用するアンシャープマスクの升目数だけ乗算演算と加算演算が必要になることから演算量が多大となることも観念される。そこで、本実施形態においては、予め周縁側の重み付け係数を省いて構成した 3×3 、 5×5 、 7×7 画素のアンシャープマスクを使用することにより演算量を削減して処理速度を高めるようにしている。

【0078】

ところで、本実施形態においては、平滑化フィルタのサイズとアンシャープマスクのサイズを同一としているが、これは次のような理由による。例えば、図13で示すビットマップ画像に図中斜線部分で示す領域に対して平滑化処理を行い、図中波線部分で示す領域に対してアンシャープマスク処理を行って輝度を強調したものとする。上述したように輝度を強調する意味は、平滑化処理されて失われたシャープさを補償するものであるから、平滑化領域の外側まで輝度を強調してしまうと、この外側の領域において不自然にシャープさが向上してしまうことが発生し得る。このため、本実施形態では平滑化フィルタとアンシャープマスクを同一サイズとしているが、むしろ、前者に比べて後者のサイズが小さくなるようにしてもかまわない。

【0079】

ステップS160では上記のようなエッジ強調処理を行うとともに、強調後の輝度 Y' と平滑処理後の色差成分 $C1'$ 、 $C2'$ を用いつつ(6)～(8)式に基づいて R' 、 G' 、 B' の階調データを得る。すなわち、ステップS150にて平滑化処理を行って色にじみを低減するとともに、ステップS160にて階調データを生成しており、これらを実行するハードウェア構成とソフトウェアとによって画像処理手段を構成することになる。

【0080】

なお、ステップS160において、強調した輝度 Y' を使用することから R' 、 G' 、 B' の階調データが負の値となったり、「255」を越えるような値となることがある。しかし、階調幅としては、「0」～「255」の範囲であるため、負の階調データは一律に「0」とし、「255」を越える階調データは一律に「255」とする。そして、次のステップS170にて処理の対象画素を移動

させ、ステップS180にて全画素について終了したと判断されるまで処理を繰り返す。

【0081】

上述したように平滑化フィルタを作用させるということは、マトリクス演算を行うことになる。本実施形態においては、平滑化フィルタの各升目に「1」を立てているため、各画素のデータを合計して升目数で除算すればよいが、各升目に重み付けがなされている場合には升目数だけ乗算演算と加算演算が必要になることから演算量が多大となる。このため、従来のように画像データの全画素を対象としてこのようなマトリクス演算を行うと、演算量が膨大となって多大な処理時間がかかってしまうことがある。従って、本実施形態のように色にじみ画素を検出して当該色にじみ画素の周辺について平滑化処理を行うようにすれば、大幅な演算量の削減が期待され、高速な画像処理を実現可能となる。

【0082】

ここで、本実施形態の平滑化処理およびエッジ強調処理の効果について、簡単な一次元のシミュレーションモデルを例示しつつ説明する。

【0083】

図14は、エッジ強調処理を行わない場合の一次元シミュレーションモデルにおいて各種のパラメータの値を示す表である。同図において、左端のR, G, BのマトリクスはCCDの色フィルタ配列を示している。このマトリクスの右隣に示す「IN」は光の入射状況を示しており、「1（階調データは255）」ならば光があたっている、すなわち「白」を意味し、「0（階調データは0）」ならば「黒」を意味する。そして、CCDの各画素において、直接得ることができない色信号は隣接する画素の色信号から線形補間演算により得ているものとする。

【0084】

ここで、本来二次元の配列で考察するべきではあるが、説明を簡略化するため、上記R, G, Bのマトリクスの中央縦列に着目する。この意味において、一次元のシミュレーションモデルという。すると、上述した原理から白・黒の境界付近にそれぞれ $G(B) = 0.5$ 、 $R = 0.5$ というように偽の色信号が発生し、この偽の色信号が発生した画素が色にじみ画素として検出される。色にじみ画素

が検出されると、(6)～(8)式に従って色差成分 C_1 および C_2 が算出され、この色差成分 C_1 、 C_2 が平滑化処理されて色差成分 C_1' 、 C_2' が得られる。なお、ここでは一次元の平滑化フィルタとして「1,1,1,1,1,1,1」を適用している。すなわち、処理対象画素の前後それぞれの三画素の画素値を合計して「7」で除算する。そして、得られた色差信号 C_1' 、 C_2' を(6)～(8)式に基づいて元の色信号に戻し、平滑処理後の R' 、 G' 、 B' が得られる。図からも明らかなように白・黒の境界付近の画素における(R' 、 G' 、 B')はそれぞれ(0.75, 0.61, 0.61)と、(0.25, 0.11, 0.11)となり、本来の「IN」の値に近づいて色にじみが低減されたことがわかる。

【0085】

また、図15は、平滑化処理を行うとともに、平滑化フィルタと同一サイズのアンシャープマスクを用いてエッジ強調処理を行った場合の一次元シミュレーションモデルを同様に示している。この場合も色差成分 C_1 、 C_2 を求めて平滑化処理を行うことは上述したものと相違はないが、(6)～(8)式を用いて元の色信号に戻す際に、「1,6,18,25,18,6,1」の重み付けを持たせた一次元のアンシャープマスクを利用して強調処理した輝度信号 Y' を使用する。すると、白・黒の境界付近の画素における(R' 、 G' 、 B')はそれぞれ(0.81, 0.67, 0.67)と、(0.10, -0.04, -0.04)となる。むろん、RGBの信号値としてとり得る値は「0」～「1」であるからから実際には後者のデータは(0.10, 0, 0)となり、図14に示すものに比べて色にじみがさらに解消されたことがわかる。

【0086】

さらに、図16は、平滑化フィルタよりも小さいサイズのアンシャープマスクを用いてエッジ強調処理を行った場合の一次元シミュレーションモデルを同様に示している。この場合、一次元の「1,11,25,11,1」という平滑化フィルタのサイズ(7桁)よりも小さい5桁のアンシャープマスクを使用している。そして、上述したものと同様にして演算を行うと、白・黒の境界付近の画素における(R' 、 G' 、 B')はそれぞれ(0.79, 0.65, 0.65)と、(0.10, -0.04, -0.04)となる。このように、図15に示すものに比べれば、

色にじみの解消程度は劣るものの、図14に示すものに比べれば色にじみがさらに解消されていることがわかる。

【0087】

次に、上記構成からなる本実施形態の動作を説明する。

【0088】

単板式のCCDを有するデジタルスチルカメラ12で撮像した実画像をコンピュータ21に取り込んで、プリンタ31にて印刷する場合を想定する。すると、まず、コンピュータ21にてオペレーティングシステム21aが稼働しているもとで、画像処理アプリケーション21dを起動させ、デジタルスチルカメラ12から画像データを取り込む。画像データが同オペレーティングシステム21aを介して画像処理アプリケーション21dに取り込まれたら、ステップS110にて(1)式に基づいて画像のサイズを判定するための指標値を取得するとともに、この指標値と所定のしきい値とを比較し、ステップS122～ステップS126にて使用する平滑化フィルタおよびアンシャープマスクのサイズを決定してワークエリアに保存する。

【0089】

そして、ステップS130にて処理対象画素を初期位置に設定し、(2)式に従って当該画素とその周辺画素における ΔRB の値を算出する。その後、ステップS140にて(5)式に基づいて処理対象画素とその周辺画素との間で同 ΔRB の値の変化度合いを調べ、所定のしきい値と比較して同変化度合いが大きい場合に色にじみ画素と判断する。

【0090】

色にじみ画素と判断されたら、ステップS150にて(6)～(8)式に基づいて処理対象画素およびその周辺画素について色差成分 C_1 、 C_2 を算出し、ステップS122～ステップS126にてワークエリアに保存しておいたフィルタサイズに等しい平滑化フィルタを作用させる。すなわち、色差成分 C_1 、 C_2 のそれぞれにつき、平滑化フィルタの升目に対応する画素の色差成分を合計して升目数で除算することにより平滑化処理された色差成分 C_1' 、 C_2' を得る。また、ステップS160にて同一サイズのアンシャープマスクを使用して処理対象

画素およびその周辺画素について輝度成分 Y の低周波成分 $Y_{unsharp}$ を求めるとともに、元の輝度成分 Y から同低周波成分 $Y_{unsharp}$ を減算することにより高周波成分を求め、同元の輝度成分 Y に当該高周波成分を加算して強調後の輝度成分 Y' を得る。具体的には、(10)式などに基づいて演算を行うことになる。そして、この強調後の輝度成分 Y' と平滑処理後の色差成分 $C1'$ 、 $C2'$ を用いつつ、(6)～(8)式に基づいて平滑処理後の R' 、 G' 、 B' の階調データを得る。以上の処理をステップS170にて処理対象画素を移動させながらステップS180にて全画素について実行したと判断されるまで繰り返す。

【0091】

全画素について実行し終えたら、画像処理された画像データをディスプレイドライバ21cを介してディスプレイ32に表示し、良好であればプリンタドライバ21bを介してプリンタ31にて印刷させる。すなわち、同プリンタドライバ21bは色にじみが低減されたRGBの階調データを入力し、所定の解像度変換を経てプリンタ31の印字ヘッド領域に対応したラスタライズを行なうとともに、ラスタライズデータをRGBからCMYKへ色変換し、その後でCMYKの階調データから二値データへ変換してプリンタ31へ出力する。

【0092】

以上の処理により、デジタルスチルカメラ12から取り込んだ実画像データは自動的に色にじみが発生している部分のみ色にじみを低減するように画像処理されてディスプレイ32に表示された後、プリンタ31にて印刷される。すなわち、色にじみが発生している部分のみ色にじみを低減するように画像処理するため、演算量を削減して高速な画像処理を実現することができる。

【0093】

このように、画像処理の中枢をなすコンピュータ21はステップS130、S140にて低密度の要素色強度に基づいて処理対象画素が色にじみ画素か否かを判定するとともに、色にじみ画素と判定された場合にステップS150にて色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素について、平滑化処理を行って色にじみを低減すべく画像処理するようにしたため、演算量を削減して高速な画像処理を実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態にかかる画像処理装置を適用した画像処理システムのブロック図である。

【図 2】

同画像処理装置の具体的ハードウェアのブロック図である。

【図 3】

デジタルスチルカメラの簡単なハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図 5】

本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図 6】

本発明の画像処理装置における色にじみ画素の判定と画像処理部分を示すフローチャートである。

【図 7】

画像サイズと平滑化領域との関係を示す図である。

【図 8】

3×3、5×5および7×7画素の平滑化フィルタである。

【図 9】

同一画素数の画像データにおいてheightとwidthの関係を示す図である。

【図 10】

処理対象画素を移動させていく状態を示す図である。

【図 11】

要素色成分の変化度合いを斜め方向の隣接画素における差分値で求める場合の説明図である。

【図 12】

3×3、5×5および7×7画素のアンシャープマスクである。

【図13】

平滑化領域とエッジ強調領域との関係を示す図である。

【図14】

エッジ強調処理を行わない場合の一次元シミュレーションモデルにおける各種パラメータの値を示す表である。

【図15】

平滑化フィルタと同一サイズのアンシャープマスクを用いてエッジ強調処理を行った場合の一次元シミュレーションモデルにおける各種パラメータの値を示す表である。

【図16】

平滑化フィルタよりも小さいサイズのアンシャープマスクを用いてエッジ強調処理を行った場合の一次元シミュレーションモデルにおける各種パラメータの値を示す表である。

【図17】

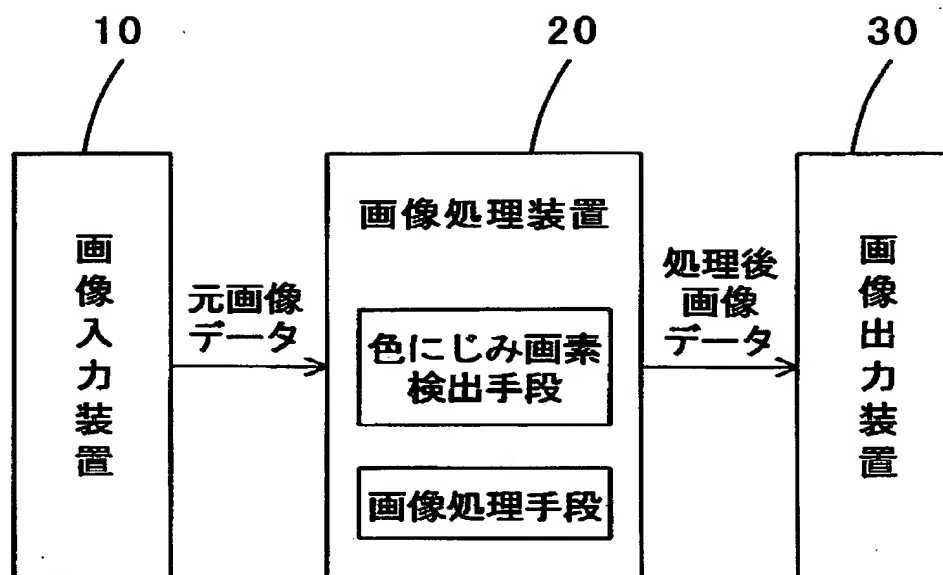
色にじみの発生原理を説明するための図である。

【符号の説明】

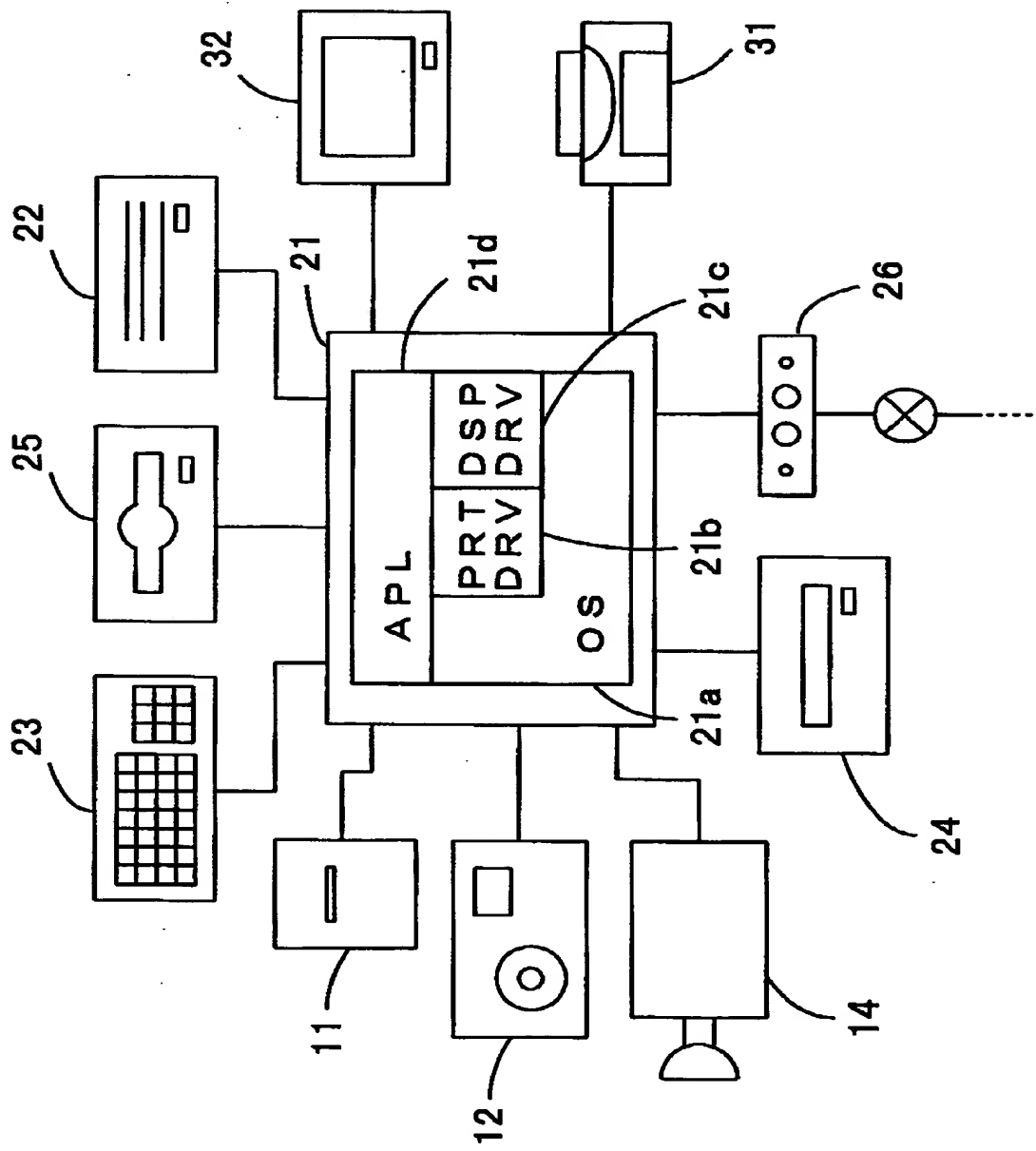
- 10…画像入力装置
- 20…画像処理装置
- 21…コンピュータ
- 21a…オペレーティングシステム
- 21b…プリンタドライバ
- 21c…ディスプレイドライバ
- 21d…画像処理アプリケーション
- 22…ハードディスク
- 23…キーボード
- 24…CD-ROMドライブ
- 25…フロッピーディスクドライブ
- 26…モデム
- 30…画像出力装置

【書類名】 図面

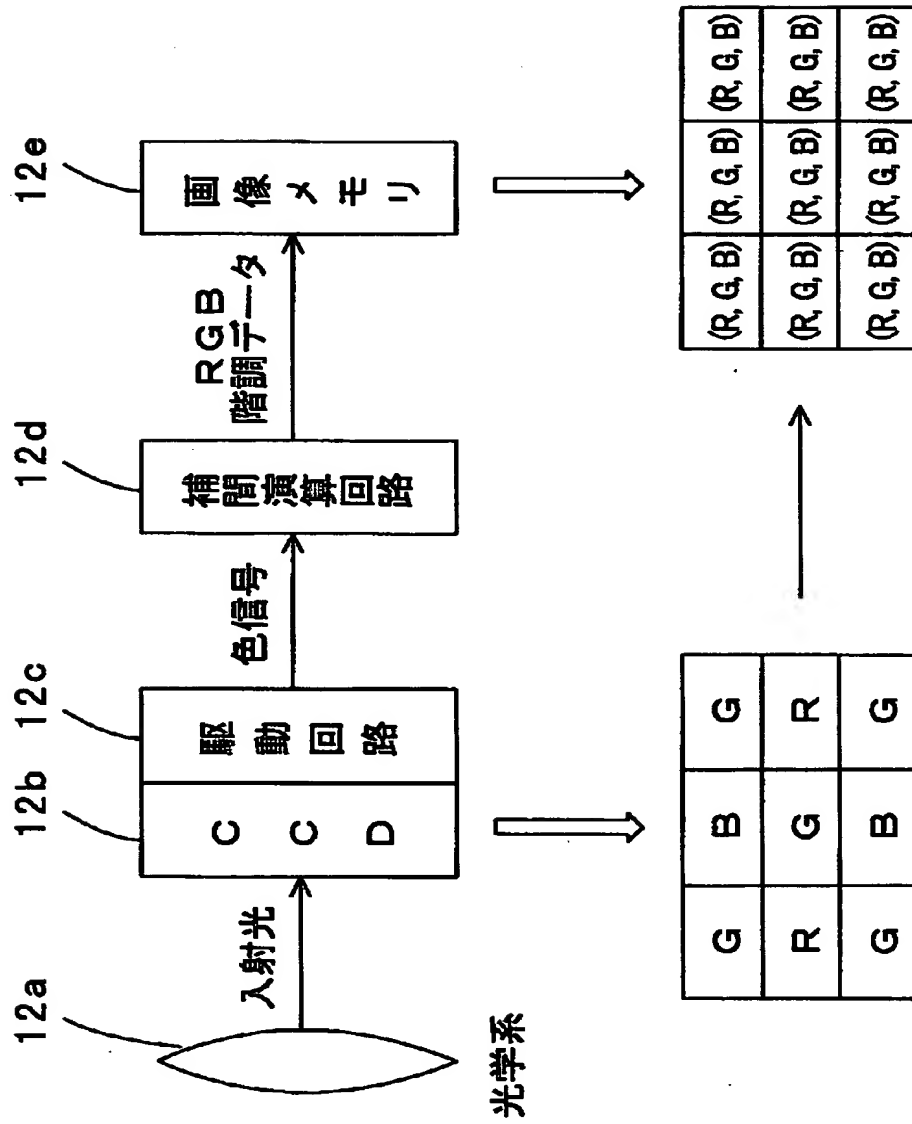
【図1】



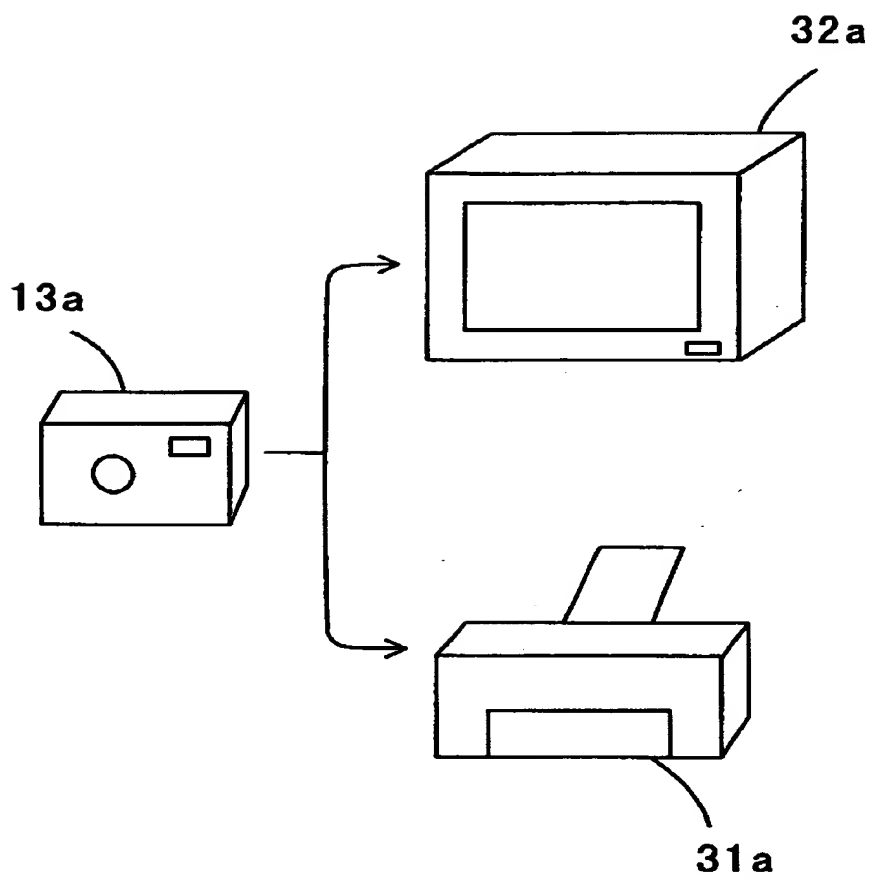
【図2】



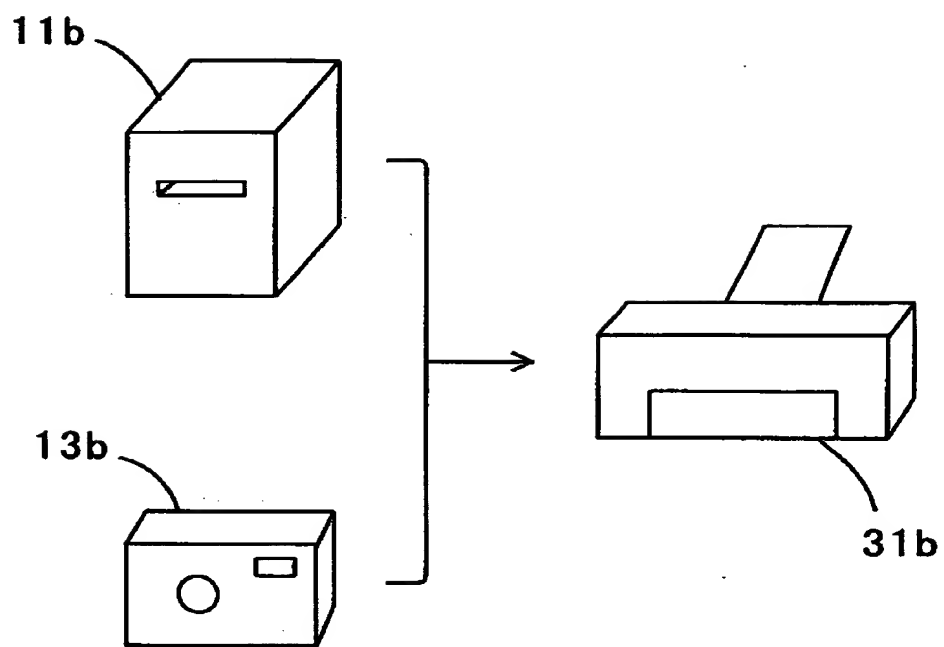
【図3】



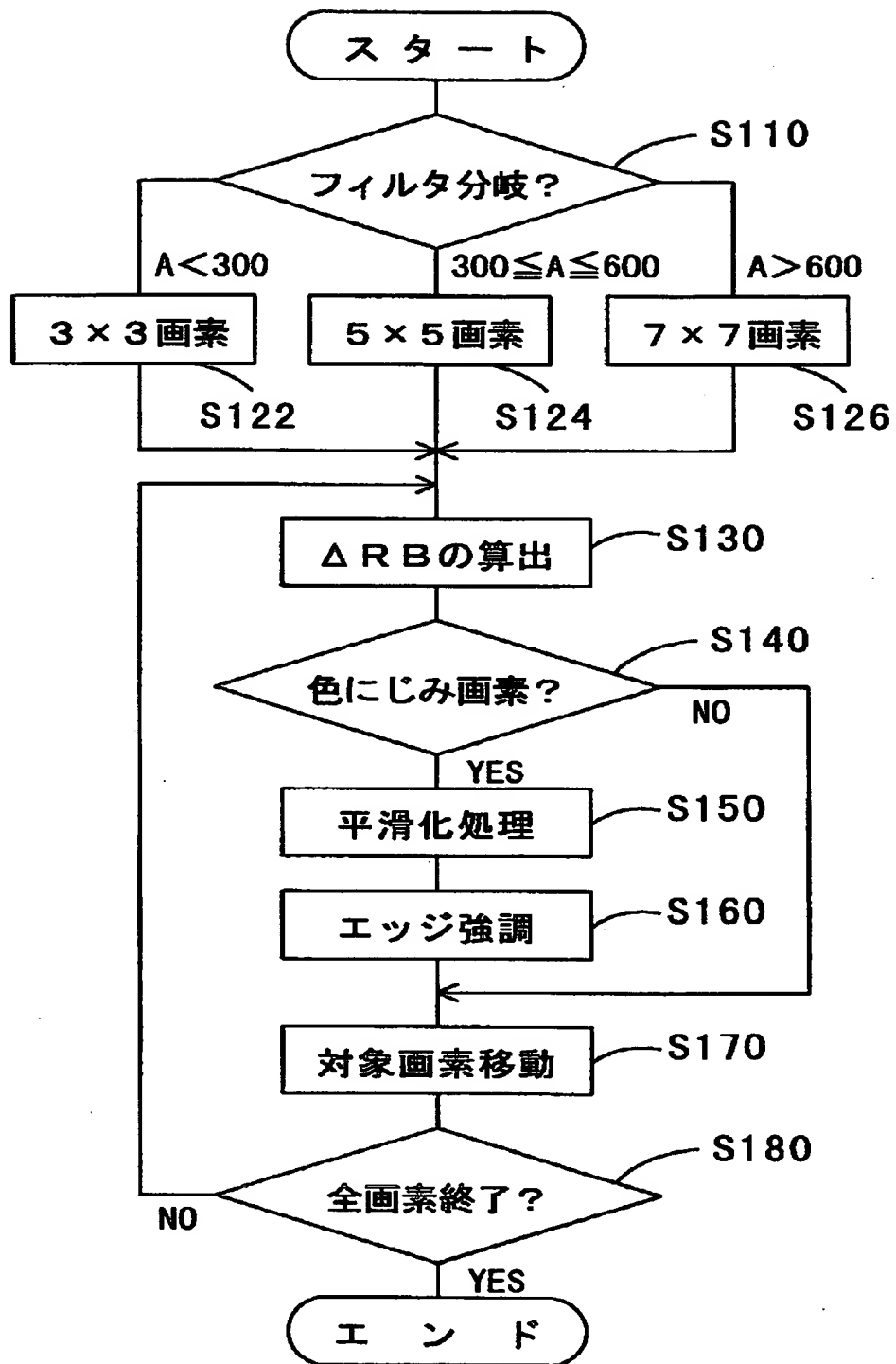
【図4】



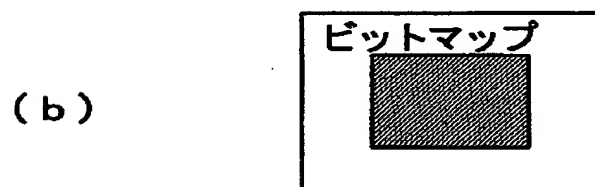
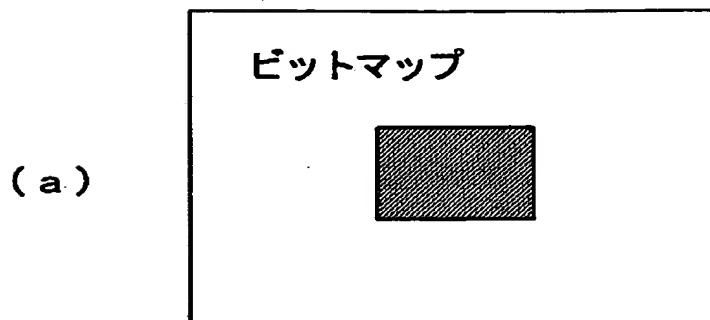
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

(a)

1	1	1
1	1	1
1	1	1

3 × 3画素

(b)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

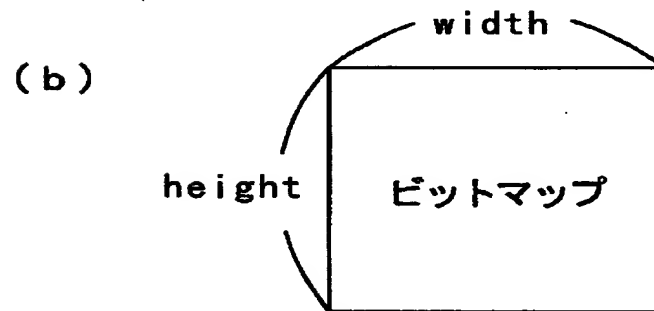
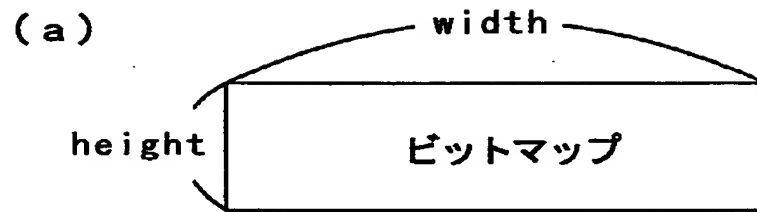
5 × 5画素

(c)

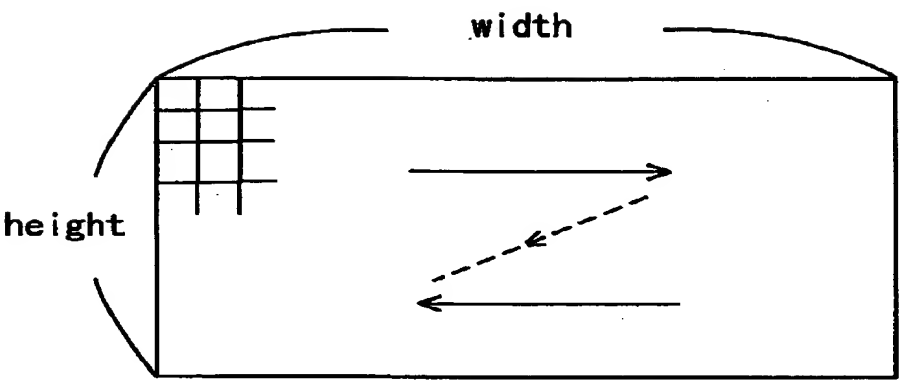
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

7 × 7画素

【図9】



【图 1 0】



【图 1 1】

$\Delta RB(x-1, y-1)$		$\Delta RB(x+1, y-1)$
	$\Delta RB(x, y)$	

【図12】

(a)

1	8	1
8	100	8
1	8	1

3×3画素
(重み付け係数の合計値・・・136)

(b)

0	2	4	2	0
2	21	46	21	2
4	46	100	46	4
2	21	46	21	2
0	2	4	2	0

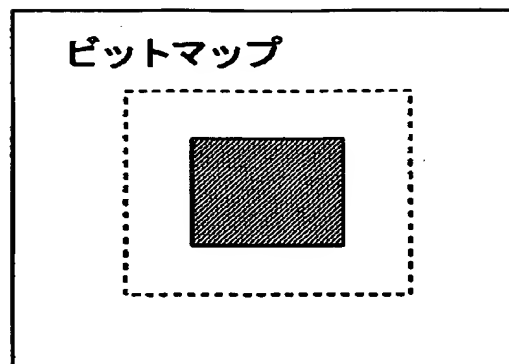
5×5画素
(重み付け係数の合計値・・・400)

(c)

0	1	3	4	3	1	0
1	6	18	25	18	6	1
3	18	50	71	50	18	3
4	25	71	100	71	25	4
3	18	50	71	50	18	3
1	6	18	25	18	6	1
0	1	3	4	3	1	0

7×7画素
(重み付け係数の合計値・・・900)

【図13】



【図14】

	IN	G&B	R	Y	C1	C2	C1'	C2'	R'	B'	G'
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.05	-0.02	1.05	0.98	0.98
G	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
B	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
G	1.00	0.50	1.00	0.65	0.35	-0.15	0.10	-0.04	0.75	0.61	0.61
B	0.00	0.00	0.50	0.15	0.35	-0.15	0.10	-0.04	0.25	0.11	0.11
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.02	0.05	-0.02	-0.02
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

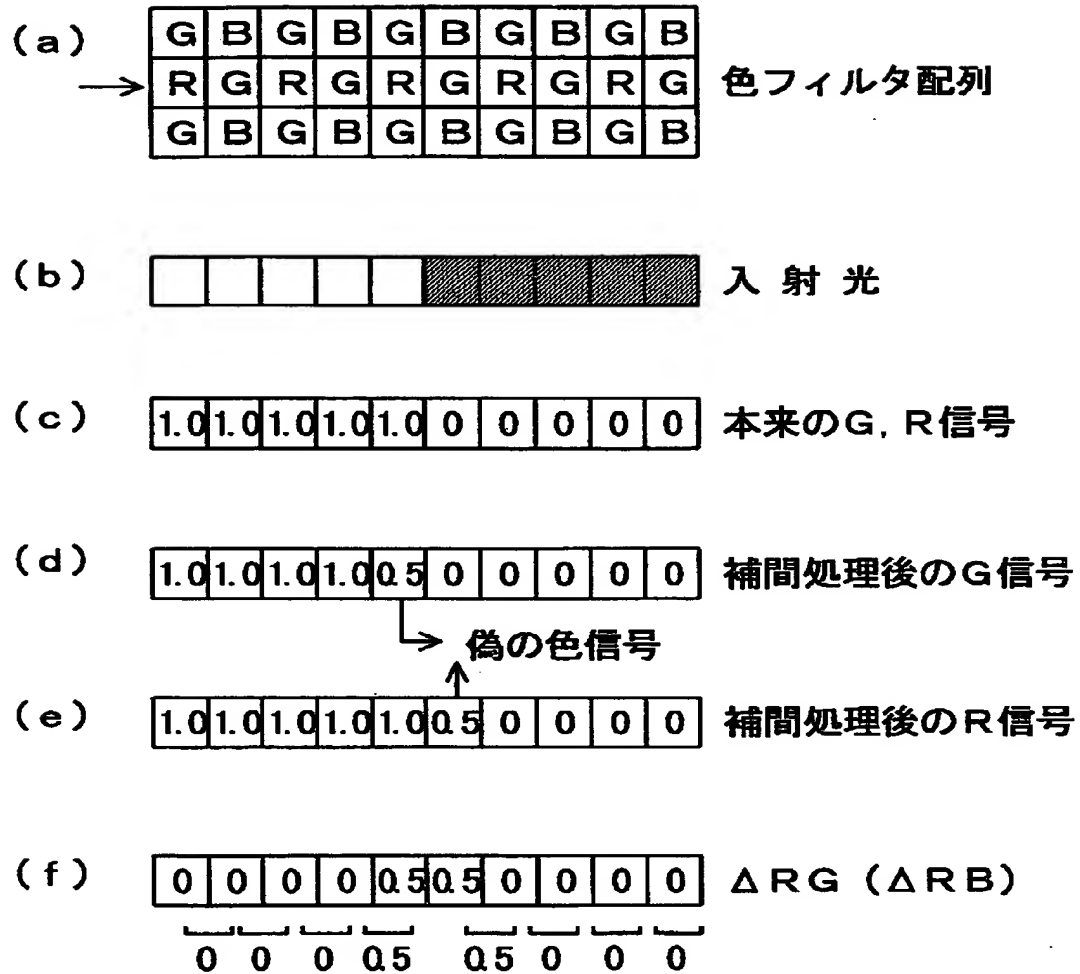
【図15】

IN	G&B	R	Y	C1	C2	Y'	C1'	C2'	R'	B'	G'
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.05	-0.02	1.05	0.98	0.98
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
1.00	0.50	1.00	0.65	0.35	-0.15	0.71	0.10	-0.04	0.81	0.67	0.67
0.00	0.00	0.50	0.15	0.35	-0.15	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.02	0.05	-0.02	-0.02
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

【図16】

IN	G&B	R	Y	C1	C2	Y'	C1'	C2'	R'	B'	G'
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.05	-0.02	1.05	0.98	0.98
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.10	-0.04	1.10	0.96	0.96
1.00	0.50	1.00	0.65	0.35	-0.15	0.69	0.10	-0.04	0.79	0.65	0.65
0.00	0.00	0.50	0.15	0.35	-0.15	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.04	0.10	-0.04	-0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	-0.02	0.05	-0.02	-0.02
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 色にじみを低減するにあたり、処理時間がかかってしまうことがあった。

【解決手段】 画像処理の中核をなすコンピュータ21はステップS130、S140にて低密度の要素色強度に基づいて処理対象画素が色にじみ画素か否かを判定するとともに、色にじみ画素と判定された場合にステップS150にて色にじみ画素を基準とした所定範囲の画素について、平滑化処理を行って色にじみを低減すべく画像処理するようにしたため、演算量を削減して高速な画像処理を実行することができる。

【選択図】 図6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002369
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100093388
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2-4-1 セイコーエプソン株式会社 特許室
【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名又は名称】 須澤 修

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社